



IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Appl. No. : 10/631,082 Confirmation No. 2031
Applicant : Hecht et al.
Filed : 07/31/2003
TC/A.U. : TBD
Examiner : TBD

Docket No. : TID-34165
Customer No. : 23494

Title : METHOD OF INSPECTING A MASK

TRANSMITTAL LETTER ACCOMPANYING CERTIFIED COPY OF
PRIORITY APPLICATION UNDER 35 U.S.C. §119

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

MAILING CERTIFICATE UNDER 37 C.F.R. §1.8(a)

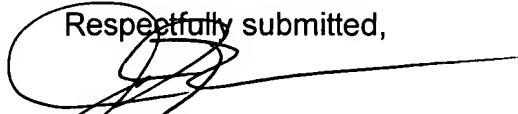
I hereby certify that the above correspondence is being deposited with the U.S. Postal Service as First Class Mail in an envelope addressed to: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

Date 11-20-03
Marianna Smith
Marianna Smith

Dear Sir:

Submitted herewith is a certified copy of German Patent Application No. 102 36 027.8, filed on August 6, 2002, in the German Patent Office and from which priority under 35 U.S.C. §119 is claimed for the above-identified application.

Respectfully submitted,


Jacqueline J. Garner
Attorney for Applicants
Reg. No. 36,144

Texas Instruments Incorporated
P.O. Box 655474, MS 3999
Dallas, TX 75265
Phone: (214) 532-9348
Fax: (972) 917-4418
or (972) 917-4417

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 102 36 027.8

Anmeldetag: 6. August 2002

Anmelder/Inhaber: Texas Instruments Deutschland GmbH,
Freising/DE

Bezeichnung: Verfahren zum Überprüfen einer Maske

IPC: H 01 L 21/66

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 23. September 2003
Deutsches Patent- und Markenamt

Der Präsident
Im Auftrag

Brock

Zusammenfassung

Verfahren zum Überprüfen einer Maske

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Überprüfen einer Maske, bei dem die Struktur einer Vergleichsmaske auf ein Halbleitermaterial übertragen wird, die 5 Struktur der zu prüfenden Maske auf das Halbleitermaterial übertragen wird, beide Strukturen auf dem Halbleitermaterial mittels eines zur Untersuchung des Halbleitermaterials geeigneten Geräts untersucht werden, und die von der zu prüfenden Maske erzeugte Struktur mit der von der Vergleichsmaske erzeugten Struktur verglichen wird, um Abweichungen der zu prüfenden Maske von der 10 Vergleichsmaske zu ermitteln. Die Erfindung eignet sich besonders zur Überprüfung von Reticles. Werden die Strukturen eines Vergleichsreticles und des zu prüfenden Reticles mehrfach im Wechsel nebeneinander auf eine Halbleiterscheibe übertragen, machen sich Abweichungen der Reticles voneinander als wiederkehrende Unterschiede zwischen den Strukturen auf der 15 Halbleiterscheibe bemerkbar.

Fig. 1

3

PRINZ & PARTNER GbR

PATENTANWÄLTE
EUROPEAN PATENT ATTORNEYS
EUROPEAN TRADEMARK ATTORNEYS

Manzingerweg 7
D-81241 München
Tel. +49 89 89 69 80

6. August 2002

TEXAS INSTRUMENTS DEUTSCHLAND GMBH
5 Haggertystraße 1
85356 Freising

10 Unser Zeichen: T 9994 DE
Hb/EI/Hc

15

Verfahren zum Überprüfen einer Maske

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Überprüfen einer Maske.

20 Masken spielen bei der Herstellung von integrierten Schaltungen eine wichtige Rolle. Sie kommen bei der optischen Übertragung der geometrischen Strukturen eines Schaltungsentwurfs auf die Oberfläche von Halbleiterscheiben zum Einsatz. Hauptsächlich werden Masken bei der Lithographie verwendet; bei der eine lichtempfindliche Hilfsschicht, auch Photolack genannt, strukturiert wird, indem sie durch eine Maske hindurch belichtet und anschließend entwickelt wird. Die im Photolack erzeugte Struktur wird dann durch Ätzen auf die darunterliegende Schicht übertragen.

30 Da die Halbleiterscheiben bei der Herstellung von integrierten Schaltungen den lithographischen Strukturierungsprozeß mehrmals durchlaufen, ist dieser der zentrale und letztlich kostenbestimmende Schritt bei der Produktion von Halbleiterbauelementen. Die Anforderungen an die Genauigkeit sind dabei sehr hoch, was die Lithographie sehr kostenintensiv macht. Jede Maske muß vor ihrem ersten Einsatz in der Chipproduktion eine Freigabeprozедur durchlaufen, in der die Übereinstimmung von Maskeninhalt und Schaltungsentwurf verifiziert sowie

die Einhaltung der Maskenspezifikationen geprüft und die Maske auf Defekte untersucht wird.

Außerdem kommt es oft vor, daß während der Produktion Veränderungen am Schaltungsentwurf und damit an den Masken vorgenommen werden. Beispielsweise kann sich herausstellen, daß mit einer Maske mit geringfügig verkleinerten Strukturen bessere Ergebnisse erzielt werden. Manchmal werden auch Teststrukturen auf der Maske verändert, die nicht in Schaltungen auf der Halbleiterscheibe umgesetzt werden, sondern z.B. zur Ausrichtung der Maske gegenüber der Halbleiterscheibe dienen. Bei solchen im Laufe der Produktion erfolgenden Veränderungen besteht jedoch die Gefahr, daß die neue Maske nicht nur die beabsichtigten Änderungen enthält, sondern daß sich auch unbeabsichtigte Abweichungen einschleichen. Es gibt zwar Geräte zum Prüfen von Masken. Diese sind jedoch sehr teuer und stehen daher im Bereich der Bauelementeproduktion normalerweise nicht zur Verfügung. Deswegen wurde bisher, wenn Veränderungen vorgenommen worden waren, häufig die neue Maske versuchsweise für eine Anzahl von Halbleiterscheiben verwendet und elektrisch geprüft, ob das Ergebnis in Ordnung war. Bei dieser Vorgehensweise verstreicht allerdings wertvolle Zeit, bis sich herausstellt, ob die neue Maske für die Produktion geeignet ist.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein einfaches Verfahren zum Überprüfen einer Maske zu schaffen, bei dem mit in der Bauelementeproduktion vorhandenen Mitteln kostengünstig und mit geringem Zeitaufwand eine Maske auf Fehler untersucht werden kann.

Zur Lösung dieser Aufgabe wird durch die Erfindung ein Verfahren zum Überprüfen einer Maske geschaffen, bei dem die Struktur einer Vergleichsmaske auf ein Halbleitermaterial übertragen wird, die Struktur der zu prüfenden Maske auf das Halbleitermaterial übertragen wird, beide Strukturen auf dem Halbleitermaterial mittels eines zur Untersuchung des Halbleitermaterials geeigneten Geräts untersucht werden, und die von der zu prüfenden Maske erzeugte Struktur mit der von der Vergleichsmaske erzeugten Struktur verglichen wird, um Abweichungen der zu prüfenden Maske von der Vergleichsmaske zu ermitteln.

Dieses Verfahrens ist deshalb besonders einfach, da für die Kontrolle der zu prüfenden Maske statt des Schaltungsentwurfs eine Vergleichsmaske herangezogen wird. Da dabei die auf das Halbleitermaterial übertragenen Strukturen der beiden Masken verglichen werden, kann man auf Geräte zurückgreifen, die in der

5. Produktion von Halbleiterbauelementen zum Überprüfen der bearbeiteten Halbleiterscheiben auf Fehler verwendet werden und ohnehin vorhanden sind. Vergleicht man mehrere solche durch die zu prüfende Maske und die Vergleichsmaske erzeugte Strukturen miteinander, machen sich Abweichungen der zu prüfenden Maske von der Vergleichsmaske als wiederholt auftretende Unter-

10. schiede bemerkbar, die dann ausgewertet werden können.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Verfahrens sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird nun unter Bezugnahme auf die Zeichnung näher erläutert.

15. Figur 1 zeigt eine mögliche Anordnung von einer Vergleichsmaske und einer zu prüfenden Maske erzeugten Strukturen auf einer Halbleiterscheibe.

Für die folgende Beschreibung wird davon ausgegangen, daß die zu prüfende Maske das Ergebnis einer während der Chipproduktion vorgenommenen Änderung ist. Diese Änderung kann eine Verkleinerung der Maskenstrukturen, beispielsweise um $0,1 \mu\text{m}$, sein. Es kann sich aber genauso um eine Vergrößerung der Maskenstrukturen oder eine sonstige Änderung an der Maske handeln. Als Vergleichsmaske wird dann die vor dem Einführen der Veränderung benutzte Maske verwendet.

Die Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist aber nicht auf die 25. Verifizierung von Maskenänderungen begrenzt. Es ist auch denkbar, das Verfahren auf andere Fälle anzuwenden, in denen eine Maskenkontrolle notwendig ist. Voraussetzung für die Anwendbarkeit des erfindungsgemäßen Verfahrens ist, daß eine Vergleichsmaske zur Verfügung steht, von der bekannt ist, daß sie die gewünschte Struktur aufweist.

Besonders vorteilhaft lässt sich das erfindungsgemäße Verfahren für die Überprüfung von Reticles nutzen. Ein Reticle ist eine Maske, die nur eine kleine Anzahl von Chipbereichen in endgültiger Größe oder vergrößert enthält und als Original in Step-und-Repeat-Kameras verwendet wird. Zur Überprüfung eines 5 Reticles werden die Strukturen des zu prüfenden Reticles und des Vergleichsreticles im Wechsel an verschiedenen Stellen auf eine Halbleiterscheibe übertragen. Dabei wird entweder während der Belichtung zwischen den beiden Reticles gewechselt, oder es werden nacheinander zuerst ein Teil der 10 Stellen der Halbleiterscheibe mit dem einen der beiden Reticles und dann der andere Teil der Stellen mit dem anderen der beiden Reticles belichtet.

Figur 1 zeigt eine zweckmäßige Anordnung der von den beiden Reticles erzeugten Strukturen auf der Halbleiterscheibe. Um die Strukturen mit Hilfe der gebräuchlichen Geräte miteinander vergleichen zu können, müssen sich die von dem zu prüfenden Reticle und dem Vergleichsreticle erzeugten Strukturen in einer 15 Zeile abwechseln. Bei dem in Figur 1 gezeigten Muster sind die von dem zu prüfenden Reticle und die von dem Vergleichsreticle erzeugten Strukturen in Spalten angeordnet. Die von dem Vergleichsreticle erzeugten Strukturen sind dabei durch einen Stern und die von dem zu prüfenden Reticle erzeugten Strukturen sind durch einen Kreis angedeutet.

20 Die solchermaßen bearbeitete Halbleiterscheibe wird nun mittels eines Geräts untersucht, das zur Überprüfung von Halbleiterscheiben auf Fehler geeignet ist. Zur Überprüfung von Halbleiterscheiben werden üblicherweise Defekt- 25 inspektionsgeräte eingesetzt, wie beispielsweise die KLA Tencor 21X9. Ein Defektinspektionsgerät tastet die Halbleiterscheibe unter Verwendung eines Mikroskops ab und digitalisiert das von dem Mikroskop erzeugte Bild. An Hand der gespeicherten Bilder werden dann einander entsprechende benachbarte Strukturen miteinander verglichen. Bei den gegenwärtig üblichen Geräten lässt sich die Kantenlänge eines Pixels auf einen Wert zwischen 0,16 und 1,25 μm einstellen. Wird beim Vergleich einer ersten Struktur mit einer zweiten Struktur 30 ein Unterschied festgestellt und wird beim Vergleich der zweiten Struktur mit

einer dritten Struktur ebenfalls ein Unterschied festgestellt, so wird daraus geschlossen, daß die zweite Struktur fehlerhaft ist.

Solche Geräte können einzelne Schaltkreise oder ganze einem Chip entsprechende Bereiche miteinander vergleichen. Will man ganze Halbleiterscheiben miteinander vergleichen, was für die Überprüfung von Masken für die Ganzscheibenbelichtung nötig ist, braucht man entsprechend mehr Speicherplatz für das Speichern der Bilder. In jedem Fall muß die Auflösung des Geräts groß genug sein, um Defekte, die im Bereich der lithographisch minimal auflösbarer Strukturbreite liegen, noch erkennen zu können.

10. Dadurch, daß Abweichungen des zu prüfenden Reticles vom Vergleichsreticle als wiederkehrende Unterschiede auftreten, lassen sie sich leicht von einzelnen Defekten, die bei der Strukturübertragung von der Maske auf die Halbleiterscheibe entstehen, oder von Defekten der Halbleiterscheibe unterscheiden. Die erfaßten Unterschiede werden ausgewertet und es kann verifiziert werden, ob die beabsichtigten Änderungen die gewünschte Form haben und ob noch zusätzliche unbeabsichtigte Änderungen vorhanden sind. Da eine geringfügige Verkleinerung der Maskenstruktur, wie z.B. um 0,1 μm , nicht erfaßt wird, lassen sich Fehler der zu prüfenden Maske in diesem Fall besonders leicht ermitteln.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Überprüfen einer Maske, bei dem
die Struktur einer Vergleichsmaske auf ein Halbleitermaterial übertragen wird,
5 die Struktur der zu prüfenden Maske auf das Halbleitermaterial übertragen wird,
beide Strukturen auf dem Halbleitermaterial mittels eines zur Untersuchung des
Halbleitermaterials geeigneten Geräts untersucht werden, und
die von der zu prüfenden Maske erzeugte Struktur mit der von der Vergleichs-
maske erzeugten Struktur verglichen wird, um Abweichungen der zu prüfenden
10 Maske von der Vergleichsmaske zu ermitteln.
2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem die Strukturübertragung von der
Maske auf das Halbleitermaterial mittels eines lithographischen Verfahrens
erfolgt.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, bei dem die Struktur der
15 Vergleichsmaske und die Struktur der zu prüfenden Maske mehrfach auf eine oder
mehrere Halbleiterscheiben übertragen werden, die von der Vergleichsmaske
erzeugten Strukturen mit den von der zu prüfenden Maske erzeugten Strukturen
paarweise verglichen werden, wiederkehrende Unterschiede zwischen den
miteinander verglichenen Strukturen erfasst werden, und aus den wieder-
20 kehrenden Unterschieden Abweichungen der zu prüfenden Maske von der
Vergleichsmaske ermittelt werden.
4. Verfahren nach Anspruch 3, bei dem es sich bei den Masken um Reticles
handelt.
5. Verfahren nach Anspruch 4, bei dem die Struktur des Vergleichsreticles
25 und die Struktur des zu prüfenden Reticles nebeneinander auf die gleiche
Halbleiterscheibe übertragen werden.

6. Verfahren nach Anspruch 5, bei dem auf der Halbleiterscheibe die Strukturen des Vergleichsreticles und des zu prüfenden Reticles in Spalten abwechselnd nebeneinander angeordnet sind.
7. Verfahren nach Anspruch 5 oder Anspruch 6, bei dem nacheinander 5 jeweils zwei auf der Halbleiterscheibe nebeneinander liegende Strukturen miteinander verglichen werden.
8. Verfahren nach Anspruch 5 oder Anspruch 6, bei dem nacheinander jeweils drei auf der Halbleiterscheibe nebeneinander liegende Strukturen miteinander verglichen werden.
9. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei dem die zu prüfende Maske gegenüber der Vergleichsmaske eine beabsichtigte Änderung aufweist.
10. Verfahren nach Anspruch 9, bei dem die Struktur der zu prüfenden Maske gegenüber der Struktur der Vergleichsmaske vergrößert oder verkleinert ist.
11. Verfahren nach Anspruch 10, bei dem die Struktur der zu prüfenden Maske gegenüber der Struktur der Vergleichsmaske um $0,1\mu\text{m}$ verkleinert ist.
12. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei dem das zur Untersuchung von Halbleitermaterial geeignete Gerät ein digitalisiertes Bild von einem Bereich einer Halbleiterscheibe erzeugt.
13. Verfahren nach Anspruch 12, bei dem das zur Untersuchung des Halbleitermaterials geeignete Gerät die digitalisierten Bilder benachbarter Strukturen miteinander vergleicht.
14. Verfahren nach Anspruch 12, bei dem die Auflösung des zur Untersuchung des Halbleitermaterials geeigneten Geräts ausreicht, um bei einem Vergleich zweier Bilder Abweichungen in der Größe der lithographisch minimal auflösbaren Strukturbreite zu erkennen.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1		○	*	○	*	○	*	○	*			
2	*	○	*	○	*	○	*	○	*	○		
3	*	○	*	○	*	○	*	○	*	○		
4	*	○	*	○	*	○	*	○	*	○		
5	*	○	*	○	*	○	*	○	*	○		
6	*	○	*	○	*	○	*	○	*	○		
7	*	○	*	○	*	○	*	○	*	○		
8	*	○	*	○	*	○	*	○	*	○		
9		○	*	○	*	○	*	○	*			
10												

Fig. 1